



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ &
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

**Οι προσδιοριστικοί παράγοντες της περιβαλλοντικής υποβάθμισης.
Εμπειρική διερεύνηση σε επιλεγμένες Ασιατικές χώρες
Πτυχιακή εργασία**

Τζένη Τσόμπο

Αθήνα, 2023



HAROKOPIO UNIVERSITY

SCHOOL OF ENVIRONMENT, GEOGRAPHY AND APPLIED
ECONOMICS
DEPARTMENT OF ECONOMICS AND SUSTAINABLE
DEVELOPMENT

**Determinants of environmental degradation. Empirical investigation in
selected Asian countries**

Bachelor thesis

Tzeni Tsompo

Athens, 2023



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ &
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ιωάννης Κωστάκης
Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Οικονομίας και Βιώσιμης Ανάπτυξης,
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Ελένη Σαρδιανού
Καθηγήτρια, Τμήμα Οικονομίας και Βιώσιμης Ανάπτυξης,
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Γεώργιος Χονδρογιάννης
Καθηγητής, Τμήμα Οικονομίας και Βιώσιμης Ανάπτυξης,
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Η Τζένη Τσόμπο

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1)** Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
- 2)** Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.
- 3)** Όπου υφίστανται δικαιώματα άλλων δημιουργών έχουν διασφαλιστεί όλες οι αναγκαίες άδειες χρήσης ενώ το αντίστοιχο υλικό είναι ευδιάκριτο στην υποβληθείσα εργασία.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εκπονήθηκε κατά την περίοδο του ακαδημαϊκού έτους 2022-2023 στα πλαίσια της φοίτησής μου στο ΠΠΣ «Οικονομία και Βιώσιμη ανάπτυξη» του τμήματος Οικονομίας και Βιώσιμης Ανάπτυξης του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου. Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου και όσους με στήριξαν κατά την περίοδο εκπόνησης της εργασίας.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επίκουρο καθηγητή κύριο Κωστάκη Ιωάννη για την πολύτιμη καθοδήγηση, υποστήριξη και χρήσιμη βοήθεια που μου πρόσφερε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές κυρία Σαρδιανού Ελένη και κύριο Χονδρογιάννη Γεώργιο για τη συμβολή τους στην αξιολόγηση της παρούσας εργασίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη στα Ελληνικά.....	4
Περίληψη στα Αγγλικά.....	5
Κατάλογος πινάκων.....	6
Κατάλογος σχημάτων.....	7
Συντομογραφίες.....	8
Εισαγωγή.....	9
Κεφ. 1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	11
1.1. Υπόθεση ΕΚC.....	11
1.2. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του περιβάλλοντος 12	
Κεφ. 2 Δεδομένα και μεθοδολογική προσέγγιση.....	24
2.1. Δεδομένα.....	24
2.2. Προδιαγραφή του ερευνητικού μοντέλου.....	25
2.3. Μεθοδολογική προσέγγιση.....	26
Κεφ. 3 Εμπειρικά αποτελέσματα.....	26
3.1. Περιγραφική στατιστική.....	26
3.2. Εκτίμηση των εμπειρικών μοντέλων.....	30
Κεφ. 4 Συμπεράσματα.....	35
Βιβλιογραφία.....	37

Περίληψη στα Ελληνικά

Η παρούσα μελέτη διερευνά τη σχέση μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης, της κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, των τιμών αργού πετρελαίου, της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης, του εμπορικού ανοίγματος και της περιβαλλοντικής υποβάθμιση σε επιλεγμένες Ασιατικές χώρες κατά την περίοδο 1996 έως 2018. Η ανάλυση συνολοκλήρωσης υποστηρίζει την ύπαρξη μακροπρόθεσμης σχέσης μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Ακόμα, τα αποτελέσματα των FE, FE with D-K s.e. και MM-QR επιβεβαιώνουν την εγκυρότητα της υπόθεσης της περιβαλλοντικής καμπύλης Kuznets. Η κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως και οι τιμές βαρελιού αργού πετρελαίου βρέθηκε ότι μειώνουν σημαντικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Αντίθετα, η χρηματοοικονομική ανάπτυξη και το εμπορικό άνοιγμα επηρεάζουν θετικά την περιβαλλοντική υποβάθμιση. Ωστόσο, το εμπορικό άνοιγμα δεν επηρεάζει σημαντικά τη ρύπανση του περιβάλλοντος στις χώρες που παράγουν υψηλότερα επίπεδα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, τα αποτελέσματα του τεστ αιτιότητας Dumitrescu & Hurlin, δείχνουν την ύπαρξη μιας αμφίδρομης αιτιότητας μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και του εμπορικού ανοίγματος με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Λέξεις κλειδιά: οικονομική ανάπτυξη, περιβαλλοντική υποβάθμιση, ASEAN χώρες, εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, υπόθεση ΕΚ

Abstract

This study investigates the relationship between economic growth, renewable energy consumption, crude oil prices, financial development and trade openness and environmental degradation in selected Asian countries over the period 1996-2018. The cointegration analysis supports the existence of a long-run association between the examined variables and carbon dioxide emissions. Also, the results of FE, FE with D-K s.e. and MMQR confirm the validity of the Environmental Kuznets Curve hypothesis. Renewable energy consumption and oil crude prices were found to significantly reduce carbon dioxide emissions. On the contrary, financial development and trade openness positively affect environmental degradation. However, trade openness does not significantly affect environmental pollution in high emission countries. Moreover, the results of the Dumitrescu & Hurlin panel causality test show the existence of a bidirectional causality between economic growth and trade openness with carbon dioxide emissions.

Keywords: economic development, environmental degradation, ASEAN countries, carbon dioxide emissions, EKC hypothesis

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίν.1: Σύνοψη βιβλιογραφικής ανασκόπησης της ΕΚΚ στις ASEAN χώρες.....	20
Πίν 2: Περιγραφή δεδομένων.....	24
Πίν.3: Λίστα χωρών.....	25
Πίν.4: Περιγραφική στατιστική.....	27
Πίν.5: Περιγραφική στατιστική (κάθε χώρα).....	28
Πίν.6: Έλεγχοι εξάρτησης μεταξύ των διαστρωματικών μονάδων.....	30
Πίν.7: Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας.....	31
Πίν.8: Αποτελέσματα ελέγχων συνολοκλήρωσης.....	32
Πίν.9: Αποτελέσματα παλινδρομήσεων.....	34
Πίν.10: Αποτελέσματα ελέγχου αιτιότητας Dumitrescu & Hurlin.....	35

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχ.1: Κατά κεφαλήν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στις επτά ASEAN χώρες 1996 και 2018.....	10
Σχ.2: Διαγράμματα μεταβλητών (CO ₂ , GDPpc, REC, OILP, FD, TO) στις επτά ASEAN χώρες.....	29

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ASEAN	Association of Southeast Asian Nations (Ένωση Εθνών της Νοτιοανατολικής Ασίας)
CO2	Carbon dioxide emissions (Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα)
EC	Energy consumption (Ενεργειακή κατανάλωση)
EKC	Environmental Kuznets Curve (Περιβαλλοντική Καμπύλη Kuznets)
FD	Financial development (Χρηματοοικονομική ανάπτυξη)
GDP	Gross Domestic Product (Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν)
NREC	Non renewable energy consumption (Κατανάλωση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας)
OILP	Oil prices (Τιμές πετρελαίου)
pc	Per capita (κατά κεφαλήν)
REC	Renewable energy consumption (Κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας)
TO	Trade openness (Εμπορικό άνοιγμα)

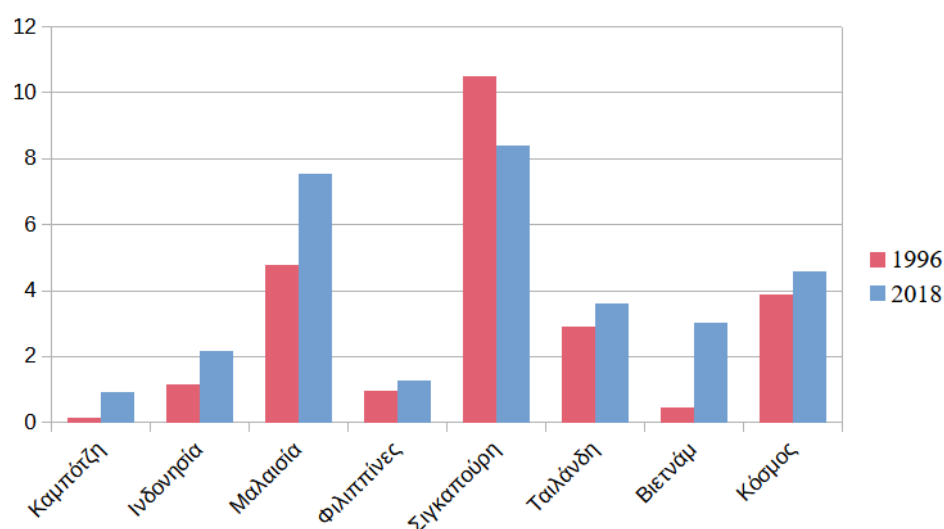
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εμφάνιση παγκόσμιων περιβαλλοντικών προκλήσεων την σημερινή εποχή και η παρατήρηση των συνεπειών των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στον πλανήτη, έχει οδηγήσει στην αύξηση του ενδιαφέροντος για το πρόβλημα της περιβαλλοντικής υποβάθμισης και την ανάγκη διερεύνησης των καθοριστικών παραγόντων που συμβάλλουν σε αυτή. Η κύρια αιτία της περιβαλλοντικής υποβάθμισης είναι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Η αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, η οποία οφείλεται στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες κατανάλωσης και παραγωγής, συμβάλλει στην εμφάνιση σημαντικών περιβαλλοντικών προβλημάτων όπως η κλιματική αλλαγή, η διαταραχή του οικοσυστήματος, η όξυνση των ωκεανών και η επισιτιστική ανασφάλεια. Η αρνητική επίδραση των εκπομπών στην ποιότητα του περιβάλλοντος και στην υγεία των ανθρώπων, καθιστά σημαντική την κατανόηση των παραγόντων που οδηγούν στην αύξησή τους (Farooq et al., 2023).

Η έρευνα αυτή εξετάζει την επίδραση της οικονομικής και της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης, της κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, των τιμών αργού πετρελαίου και του εμπορικού ανοίγματος, στην περιβαλλοντική υποβάθμιση επτά ASEAN (Ενωση Εθνών Νοτιοανατολικής Ασίας) χωρών. Επιλέξαμε αυτές τις χώρες λόγω της ραγδαίας οικονομικής τους ανάπτυξης της τελευταίες δεκαετίες και των υψηλών επιπέδων ρύπανσης του περιβάλλοντος από την εξάρτησή τους, στα ορυκτά καύσιμα (Nathaniel & Khan, 2020). Σύμφωνα με το Asian Development Outlook (2023), οι οικονομίες των χωρών της Νοτιοανατολικής Ασίας εκτιμάται ότι θα επεκταθούν κατά 4.7% το 2023 και κατά 5% το 2024. Σημαντικός παράγοντας στην ενίσχυση της οικονομίας αποτελεί ο τερματισμός της πολιτικής για το μηδενισμό του COVID στην Κίνα, επιτρέποντας τις μετακινήσεις. Ωστόσο, οι τιμές της ενέργειας εκτιμάται ότι θα παραμείνουν υψηλές, λόγω της εισβολής της Ρωσίας στην Ουκρανία.

Λόγω της συνεχούς ανάπτυξης των ASEAN οικονομιών, καθώς και της εξάρτησής τους στα ορυκτά καύσιμα, παρατηρείται σημαντική αύξηση στα επίπεδα ρύπανσης των χωρών. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 1., οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στις ASEAN από το 1996 μέχρι το 2018 έχουν αυξηθεί περίπου κατά 37% για την Ταϊλάνδη, 50% για τη Μαλαισία, 51% για τις Φιλιππίνες και 81% για την Ινδονησία. Το Βιετνάμ και η Καμπότζη παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αύξηση

εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, περίπου κατά 533% και 562% αντίστοιχα. Παρόλο που η Σιγκαπούρη αποτελεί τη μόνη χώρα, στην οποία οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μειώθηκαν (-40%), εξακολουθεί να παράγει τις περισσότερες σε σύγκριση με τις άλλες χώρες. Η συνεχής αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και η κλιματική αλλαγή, δημιουργούν πολλούς κινδύνους για τις ASEAN χώρες. Πιο συγκεκριμένα, η γεωγραφική θέση των χωρών αυξάνει τον κίνδυνο της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και της πλημμύρας των ποταμών. Ακόμα, η οικονομία τους μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά, μέσω της μείωσης της παραγωγικότητας του αγροτικού τομέα, την υποβάθμιση της ποιότητας και τον περιορισμό της διαθεσιμότητας των τροφίμων (Asian Development Outlook, 2023).



Σχ. 1. Κατά κεφαλήν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στις επτά ASEAN χώρες 1996 και 2018. Πηγή: World Bank (2023)

Για την διερεύνηση των προσδιοριστικών παραγόντων της περιβαλλοντικής υποβάθμισης στις επτά ASEAN χώρες, συλλέχθηκαν δεδομένα πάνελ από το 1996 έως το 2018 και χρησιμοποιήθηκαν οι έλεγχοι Cross Sectional Dependence και Slope Homogeneity και οι μέθοδοι FE, FE with D-K s.e. και MM-QR.

Στην επόμενη ενότητα πραγματοποιείται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των προηγούμενων ερευνών στις ASEAN χώρες. Στην ενότητα 2 περιγράφονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν και η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε. Στην ενότητα 3 παρουσιάζονται και αναλύονται τα εμπειρικά

αποτελέσματα των ελέγχων που εκτελέστηκαν και στην ενότητα 4 αναφέρονται τα συμπεράσματα και οι περιορισμοί της έρευνας.

Κεφ.1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

1.1. EKC Hypothesis

Η υπόθεση της καμπύλης περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης του Kuznet (EKC), χρησιμοποιείται για τη μελέτη της σχέσης μεταξύ της περιβαλλοντικής υποβάθμισης και της ανάπτυξης των οικονομιών. Η υπόθεση αυτή προτάθηκε από τους Grossman and Krueger (1991, 1995) και επιβεβαιώθηκε από τον Panayotou (1993) και υποστηρίζει ότι η υποβάθμιση του περιβάλλοντος στα αρχικά στάδια της οικονομικής ανάπτυξης, αυξάνεται με την αύξηση του κατά κεφαλήν εισοδήματος, έως ένα κρίσιμο σημείο, μετά το οποίο μειώνεται. Αυτό συμβαίνει, καθώς αυξάνεται η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί και η χρήση ενεργειακά πιο αποδοτικών τεχνολογιών. Πιο αναλυτικά, η καμπύλη EKC περιγράφει ότι η ανάπτυξη της οικονομίας προκαλεί αύξηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, καθώς απαιτείται αύξηση της παραγωγής (Fakher A. et al., 2023). Ακόμα, η ρύπανση του περιβάλλοντος ενισχύεται με την μετάβαση από τη γεωργία στη βιομηχανία. Ωστόσο, η περεταίρω ανάπτυξη συμβάλλει στην ανάπτυξη και στην εστίαση των οικονομιών στον τομέα των υπηρεσιών. Επίσης, συμβάλει στην ενίσχυση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και στην εφαρμογή ισχυρότερων περιβαλλοντικών κανονισμών, καθώς και στην αξιοποίηση νέων και πιο αποδοτικών τεχνολογιών. Αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου είναι η ύπαρξη μιας σχέσης ανάμεσα στην ανάπτυξη και την περιβαλλοντική υποβάθμιση, η οποία παίρνει την μορφή ενός ανεστραμμένου U. Το αρχικό τμήμα της καμπύλης EKC παρουσιάζει την αύξηση της υποβάθμισης του περιβάλλοντος η οποία προκαλείται από την αύξηση της οικονομικής ανάπτυξης, μέχρι που φτάνει σε ένα ανώτατο σημείο, το σημείο καμπής, πέρα το οποίο η περιβαλλοντική υποβάθμιση ελαττώνεται ενώ η οικονομική ανάπτυξη αυξάνεται (Pata K. et al., 2022).

1.2. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του περιβάλλοντος

Διάφορες μελέτες εξετάζουν τη συσχέτιση μεταξύ διαφορετικών οικονομικών μεταβλητών και της ποιότητας του περιβάλλοντος. Οι μελέτες αυτές μπορούν να χωριστούν σε πέντε ομάδες, η πρώτη ομάδα αφορά μελέτες που εξετάζουν την επίδραση της οικονομικής ανάπτυξης στην ποιότητα του περιβάλλοντος στις ASEAN χώρες, στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής καμπύλης Kuznets (EKC).

Αρκετές μελέτες εξετάζουν την υπόθεση EKC σε μεμονωμένες ASEAN χώρες. Για παράδειγμα, οι Lau et al. (2014), εφάρμοσαν την bounds testing approach για να εξετάσουν την εγκυρότητα της υπόθεσης EKC στη Μαλαισία για την περίοδο 1970 με 2008. Τα αποτελέσματά τους εκτίμησαν την ύπαρξη μιας σχέσης με μορφή ανεστραμμένου U, μεταξύ του εισοδήματος και της υποβάθμισης του περιβάλλοντος, καθώς βρέθηκε ότι η τετραγωνική ρίζα του ΑΕΠ επηρεάζει αρνητικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε αυτήν τη χώρα. Ακόμα, εφάρμοσαν το τεστ αιτιότητας Granger και εντόπισαν την ύπαρξη μιας αμφίδρομης αιτιότητας, μεταξύ των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και του ΑΕΠ. Οι Zambrano-Monserrate et al. (2018), εφάρμοσαν την ARDL bounds προσέγγιση και επιβεβαίωσαν την ύπαρξη της περιβαλλοντικής καμπύλης Kuznets στη Σιγκαπούρη, για την περίοδο 1971 με 2011. Πιο αναλυτικά, σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους βρέθηκε ότι μια αύξηση κατά 1% του ΑΕΠ, οδηγεί στην αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 61.84% βραχυπρόθεσμα και 32.46% μακροπρόθεσμα, ενώ μια αύξηση κατά 1% στο τετράγωνο του ΑΕΠ οδηγεί στην μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 3.19% βραχυπρόθεσμα και 1.77% μακροπρόθεσμα. Οι Jiang et al. (2021), εφάρμοσαν Zivot και Andrew τεστ, ARDL και FMOLS και επιβεβαίωσαν την εγκυρότητα της υπόθεσης EKC βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Κίνα, κατά το διάστημα 1985 με 2018.

Τα αποτελέσματα των ερευνών μπορεί να είναι διαφορετικά ακόμα και στις ίδιες χώρες. Για παράδειγμα οι Al-Mulali et al. (2015), εφάρμοσαν την Autoregressive Distributed Lag μεθοδολογία και συμπέραναν ότι η οικονομική ανάπτυξη στο Βιετνάμ δεν έχει φτάσει ακόμα στο σημείο καμπής της καμπύλης EKC, καθώς το ΑΕΠ επηρεάζει θετικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, με αποτέλεσμα να μην επιβεβαιώνεται η υπόθεση EKC για την περίοδο 1981 με 2011. Αντίθετα, οι Tang & Tan (2015), χρησιμοποίησαν τεχνικές συνολοκλήρωσης και επιβεβαίωσαν την εγκυρότητα της

υπόθεσης ΕΚC για το διάστημα μεταξύ 1976 με 2009, καθώς τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι το ΑΕΠ αυξάνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, ενώ η τετραγωνική ρίζα του επηρεάζει αρνητικά τις εκπομπές βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα.

Άλλες μελέτες εστιάζουν στην ASEAN (Ενωση Εθνών Νοτιοανατολικής Ασίας) ως ομάδα χωρών, για να διερευνήσουν την υπόθεση ΕΚC. Για παράδειγμα, οι Liu et al. (2017), εξέτασαν την ύπαρξη της υπόθεσης ΕΚC σε τέσσερις ASEAN χώρες κατά την περίοδο 1970 με 2013 με τη χρήση OLS, FMOLS, DOLS και πάνελ VECM μεθοδολογιών. Τα αποτελέσματά τους δεν υποστηρίζουν την ύπαρξη της υπόθεσης ΕΚC με την μορφή ανεστραμμένου σχήματος U, καθώς εντόπισαν ότι το ΑΕΠ μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μακροπρόθεσμα, ενώ το τετράγωνο του συμβάλει στην αύξησή τους. Οι Heidari et al. (2015), εφάρμοσαν το μοντέλο Panel Smooth Transition Regression στις ASEAN-5 χώρες για την περίοδο 1980-2008 και επιβεβαίωσαν την εγκυρότητα της υπόθεσης ΕΚC για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Ακόμα, υποστήριξαν ότι το κατά κεφαλήν ΑΕΠ των ASEAN-5 χωρών, με εξαίρεση τη Σιγκαπούρη, δεν έχει φτάσει ακόμα στο σημείο καμπής της ΕΚC για τις ASEAN χώρες, το οποίο είναι περίπου 4686 USD, με αποτέλεσμα να εκτιμάται ότι η αύξηση του κατά κεφαλήν εισοδήματος σε αυτές τις χώρες, θα συνέβαλε στην αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Παρόμοια αποτελέσματα βρήκαν σε μελέτη τους οι Munir et al. (2020), οι οποίοι υποστήριξαν ότι η υπόθεση ΕΚC είναι έγκυρη για το ίδιο σύνολο χωρών, κατά την περίοδο 1980 με 2016 και εντόπισαν ότι η μόνη χώρα που έχει περάσει το σημείο καμπής της ΕΚC είναι η Σιγκαπούρη. Πιο αναλυτικά, συμπέραναν ότι οι υπόλοιπες τέσσερις χώρες δεν έχουν περάσει το σημείο καμπής της ΕΚC, το οποίο εκτίμησαν ότι είναι 29,805 USD, με αποτέλεσμα η περαιτέρω ανάπτυξη της οικονομίας σε αυτές τις χώρες να επηρεάζει θετικά τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Διαφορετικά αποτελέσματα βρήκαν σε μελέτη τους οι Zhu et al. (2016), οι οποίοι εφάρμοσαν panel quantile regression και OLS και εκτίμησαν ότι η υπόθεση ΕΚC δεν είναι έγκυρη για το σύνολο των ASEAN-5 χωρών κατά τη διάρκεια του 1981 με 2011. Ακόμα, τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι στις χώρες με υψηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, ένα υψηλό επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης μπορεί να συμβάλλει στη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Σε μελέτη τους για το ίδιο σύνολο χωρών οι Nasir et al. (2019), εκτίμησαν ότι η υπόθεση ΕΚC είναι έγκυρη αλλά όχι σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο κατά την περίοδο 1982 με 2014. Πιο συγκεκριμένα, εφάρμοσαν τις FMOLS

και DOLS προσεγγίσεις και τον έλεγχο συνολοκλήρωσης Westerlund και εντόπισαν ότι το τετράγωνο του ΑΕΠ επηρεάζει αρνητικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αλλά όχι σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο.

Οι Tebourbi et al. (2023), εφάρμοσαν Pooled Mean Group Estimator (PMG), διάφορους ελέγχους συνολοκλήρωσης και τον έλεγχο αιτιότητας Dumitrescu-Hurlin. Τα αποτελέσματά τους επιβεβαίωσαν την εγκυρότητα της υπόθεσης ΕΚC για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε πέντε ASEAN χώρες κατά τη διάρκεια του 1986 με 2017. Ακόμα, εκτίμησαν ότι το σημείο καμψής για αυτές τις χώρες είναι 43,158.577 USD και συμπέραναν ότι μια αύξηση του ΑΕΠ κατά 1%, αυξάνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 1.56% μακροπρόθεσμα, ενώ μια αύξηση στο τετραγωνικό του όρο μειώνει τις εκπομπές κατά 0.07%. Οι Zakaria & Bibi (2019), εφάρμοσαν τις 2GLS και GLS μεθόδους και επιβεβαίωσαν την εγκυρότητα της υπόθεσης ΕΚC για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, σε πέντε South Asian χώρες κατά την περίοδο 1984 με 2015.

Αρκετές μελέτες χρησιμοποιούν εκτός από το δείκτη εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, διαφορετικούς δείκτες περιβαλλοντικής ρύπανσης, για τον προσδιορισμό της ύπαρξης της περιβαλλοντικής καμπύλης Kuznets στις ASEAN χώρες. Για παράδειγμα, οι Kongbuamai et al. (2020), εξέτασαν τις επιπτώσεις της οικονομικής ανάπτυξης στο οικολογικό αποτύπωμα σε οκτώ ASEAN χώρες κατά την διάρκεια του 1995 με 2016 και επιβεβαίωσαν την εγκυρότητα της υπόθεσης ΕΚC, καθώς εκτίμησαν ότι η τετραγωνική ρίζα του ΑΕΠ επηρεάζει αρνητικά το οικολογικό αποτύπωμα. Ακόμα, εντόπισαν την ύπαρξη μιας αμφίδρομης αιτιώδους σχέσης μεταξύ του οικολογικού αποτύπωμα και της οικονομικής ανάπτυξης. Ο Ansari (2022), σύγκρινε την εγκυρότητα της υπόθεσης ΕΚC για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και το οικολογικό αποτύπωμα σε 7 ASEAN χώρες, για την περίοδο 1991 με 2016. Τα αποτελέσματά του εκτίμησαν ότι η υπόθεση ΕΚC δεν είναι έγκυρη για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς βρέθηκε ότι το ΑΕΠ μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, ενώ η τετραγωνική ρίζα του αυξάνει τις εκπομπές βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα. Οι Adeel-Farooq et al. (2023), υποστήριξαν την εγκυρότητα της υπόθεσης ΕΚC, χρησιμοποιώντας την περιβαλλοντική επίδοση ως δείκτη της ποιότητας του περιβάλλοντος σε πέντε ASEAN χώρες κατά την περίοδο 2003 με 2016. Σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους μια αύξηση του ΑΕΠ κατά 1% επηρεάζει αρνητικά το δείκτη περιβαλλοντικής επίδοσης κατά 0,064%, ενώ μια αύξηση του τετραγώνου του ΑΕΠ κατά 1%,

συμβάλλει στη βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης των συγκεκριμένων χωρών κατά 0.276%.

Η δεύτερη ομάδα αναφέρεται σε μελέτες που έχουν διερευνήσει τη σχέση μεταξύ της ενεργειακής κατανάλωσης και της υποβάθμισης του περιβάλλοντος στις ASEAN χώρες. Η κατανάλωση ενέργειας είναι αναγκαία για την εκτέλεση των οικονομικών δραστηριοτήτων και την οικονομική ανάπτυξη και αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του περιβάλλοντος. Το σύνολο των μελετών για τις ASEAN χώρες, επιβεβαιώνει την θετική επίδραση της ενεργειακής κατανάλωσης στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Για παράδειγμα, οι Zakaria & Bibi (2019), εφάρμοσαν τις μεθόδους 2SLS, GLS και υποστήριξαν ότι η ενεργειακή κατανάλωση ενισχύει την υποβάθμιση του περιβάλλοντος σε πέντε χώρες της Νότια Ασίας, κατά την περίοδο 1984 με 2015. Ακόμα, τόνισαν τη σημασία μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, υιοθετώντας ενεργειακές πολιτικές που δεν επηρεάζουν αρνητικά την ανάπτυξη της οικονομίας. Παρόμοια, οι Tebourbi et al. (2023) εκτίμησαν ότι η ενεργειακή κατανάλωση αποτελεί την κύρια αιτία υποβάθμιση του περιβάλλοντος σε πέντε ASEAN χώρες, κατά τη διάρκεια του 1986 με 2017. Πιο συγκεκριμένα, εντόπισαν ότι μια αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά 1%, οδηγεί στην αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 1.56% μακροπρόθεσμα, ενώ δεν επηρεάζει σημαντικά τις εκπομπές βραχυπρόθεσμα. Σε έρευνες που εξετάζουν μεμονωμένες ASEAN χώρες, οι Zambrano-Monserrate et al. (2018), χρησιμοποίησαν την ARDL bounds προσέγγιση και βρήκαν τα ίδια αποτελέσματα στην Σιγκαπούρη, κατά την περίοδο 1971 με 2011. Πιο αναλυτικά, εκτίμησαν ότι η ενεργειακή κατανάλωση συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος μακροπρόθεσμα, ενώ βραχυπρόθεσμα δεν εμφανίζει σημαντική επίδραση. Ακόμα, εφάρμοσαν το Granger τεστ αιτιότητας και βρήκαν την ύπαρξη μιας μονοκατευθυντικής αιτιότητας μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Την θετική επίδραση της ενεργειακής κατανάλωσης στην περιβαλλοντική υποβάθμιση επιβεβαίωσαν επίσης οι Tang & Tan (2015), εφαρμόζοντας τον έλεγχο συνολοκλήρωσης Johansen για το Βιετνάμ, κατά τη διάρκεια του 1979 με 2009. Πιο αναλυτικά, τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι μια αύξηση κατά 1% της ενεργειακής κατανάλωσης, αυξάνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 3.614% βραχυπρόθεσμα και κατά 1.745% μακροπρόθεσμα. Επιπλέον, χρησιμοποίησαν το Granger έλεγχο αιτιότητας και εντόπισαν την ύπαρξη αμφίδρομης

αιτιότητας μεταξύ της ενεργειακής κατανάλωσης και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Μελέτες που εξετάζουν την επίδραση της κατανάλωσης ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας επιβεβαιώνουν ότι η κατανάλωση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ενισχύει την περιβαλλοντική υποβάθμιση. Για παράδειγμα, οι Liu et al. (2017), εξέτασαν την επίδραση της κατανάλωσης μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, στις ASEAN-4 χώρες κατά την περίοδο 1970 με 2013 με τις μεθόδους OLS, FMOLS, DOLS και τα αποτελέσματά τους υποστήριξαν την θετική επίδρασή της στις εκπομπές. Ακόμα, εφάρμοσαν το Granger τεστ αιτιότητας και βρήκαν την ύπαρξη μιας αμφίδρομης αιτιότητας μεταξύ των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και της κατανάλωσης μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μακροχρόνια. Παρόμοια οι Anwar et al. (2021), εφάρμοσαν FMOLS, DOLS, FE-OLS σε έξι ASEAN χώρες για το διάστημα 1990 με 2018 και εκτίμησαν ότι μια αύξηση κατά 1% της κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αυξάνει την περιβαλλοντική υποβάθμιση κατά 0.298, 0.266, 0.303 αντίστοιχα. Ακόμα, τόνισαν την αναγκαιότητα επένδυσης σε φιλική προς το περιβάλλον τεχνολογία, με σκοπό τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τα αρχικά στάδια παραγωγής. Την θετική επίδραση της κατανάλωσης μη ανανεώσιμων πηγών στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, υποστήριξε επίσης σε μελέτη του ο Ansari (2022), επιβεβαιώνοντας επίσης την αρνητική επίδραση της, στο οικολογικό αποτύπωμα σε επτά ASEAN χώρες κατά την περίοδο 1991 με 2016. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποίησε PMG, FMOLS και τον έλεγχο συνολοκλήρωσης Westerlund και εκτίμησε ότι η αύξηση της κατανάλωσης μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κατά 1%, οδηγεί στην αύξηση των των εκπομπών κατά 0.48% και του οικολογικού αποτυπώματος κατά 0.21% μακροπρόθεσμα, ενώ δεν παρουσιάζει σημαντική επίδραση βραχυπρόθεσμα.

Επιπλέον, πολλές μελέτες εξετάζουν την επίδραση της κατανάλωσης ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στη ποιότητα του περιβάλλοντος, καθώς μπορούν να συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος. Για παράδειγμα, οι Koc & Bulus (2020), εφάρμοσαν τον έλεγχο autoregressive distributed lag bounds για να εξετάσουν την επίδραση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ποιότητα του περιβάλλοντος στη Νότια Κορέα κατά την περίοδο 1971 με 2017. Σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους, η κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η ρύπανση του περιβάλλοντος συσχετίζονται αρνητικά. Παρόμοια αποτελέσματα εντόπισαν οι Liu et

al. (2017), στην περίπτωση των ASEAN-4 χωρών κατά την περίοδο 1970 έως 2013. Πιο συγκεκριμένα, εφάρμοσαν FMOLS, OLS και DOLS και εκτίμησαν ότι μια αύξηση κατά 1% της κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 0.07% μακροπρόθεσμα. Χρησιμοποιώντας τις ίδιες μεθόδους οι Anwar et al. (2021), επιβεβαίωσαν την αρνητική επίδραση της κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών στην περιβαλλοντική υποβάθμιση έξι ASEAN οικονομιών, κατά την περίοδο 1990 με 2018. Σε μια άλλη έρευνα ο Ansari (2022), εφάρμοσε PMG, FMOLS, τον έλεγχο συνολοκλήρωσης Westerlund και υποστήριξε την αρνητική σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και το οικολογικό αποτύπωμα, σε επτά ASEAN χώρες κατά τη διάρκεια του 1991 έως το 2016. Ακόμα, τόνισε τη σημασία της πολιτικής υποστήριξης των κυβερνήσεων για την ενίσχυση της κοινωνικής ευαισθητοποίησης, καθώς και την παροχή δαπανών για την απαραίτητη έρευνα και ανάπτυξη. Ωστόσο, σε έρευνα για το Βιετνάμ οι Al-Mulali et al. (2015), εφάρμοσαν ARDL και εντόπισαν ότι η κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα βραχυπρόθεσμα, ενώ δεν επηρεάζει σημαντικά τις εκπομπές μακροπρόθεσμα την περίοδο 1981 έως 2011. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα, υποστήριξαν ότι οι προσπάθειες μείωσης της ρύπανσης του περιβάλλοντος δεν μπορούν να στηριχθούν στην χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως βασική λύση. Παρόμοια, οι Pata et al. (2022), εφάρμοσαν ARDL-PMG σε έξι ASEAN χώρες, για την περίοδο 1995 με 2018 και εκτίμησαν ότι η περιβαλλοντική υποβάθμιση δεν επηρεάζεται από την κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μακροπρόθεσμα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου αιτιότητας Dumitrescu-Hurlin, εντόπισαν ότι δεν υπάρχει αιτιώδης σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της ρύπανση του περιβάλλοντος και τόνισαν την σημασία της αποτελεσματική χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η τρίτη ομάδα περιλαμβάνει μελέτες που εξετάζουν τη σχέση μεταξύ της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης (FD) και της ποιότητας του περιβάλλοντος. Πολλές μελέτες υποστηρίζουν ότι η χρηματοοικονομική ανάπτυξης επηρεάζει θετικά τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Για παράδειγμα σε έρευνα τους οι Zakaria & Bibi (2019), εφάρμοσαν 2SLS, GLS για να εξετάσουν την επίδραση της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης στη ρύπανση του περιβάλλοντος σε πέντε Νότιο Ασιατικές χώρες κατά την περίοδο 1984 με 2015. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι

η χρηματοοικονομική ανάπτυξη σχετίζεται θετικά με την επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Πιο συγκεκριμένα, εντόπισαν ότι η αύξηση της κατά 1% να οδηγήσει στην αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 0.147%. Παρόμοια, οι Bhujabal et al. (2021), χρησιμοποίησαν PMG, FMOLS, DOLS και τον έλεγχο αιτιότητας Dumitrescu-Hurlin και επιβεβαίωσαν την θετική επίδραση της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης στην περιβαλλοντική υποβάθμιση δεκαοκτώ χωρών του Ασιατικού Ειρηνικού, κατά τη διάρκεια 1990 έως 2018. Οι Burki & Tahir (2022), εφάρμοσαν PLS, FE, GLS, 2SLS σε οκτώ ASEAN χώρες κατά την περίοδο 2001 με 2020 και τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι η αύξηση της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης κατά 1% προκαλεί αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 0.129%. Ακόμα, χρησιμοποίησαν τον έλεγχο Hausman και εντόπισαν την ύπαρξη μονοκατευθυντικής αιτιότητας μεταξύ της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης και της υποβάθμισης του περιβάλλοντος. Ωστόσο, άλλες έρευνες υποστηρίζουν ότι η χρηματοοικονομική ανάπτυξη μπορεί να συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος. Σε έρευνα τους, οι Zambrano-Monserrate et al. (2018), εφάρμοσαν τον έλεγχο autoregressive distributed lag bounds στη Σιγκαπούρη, κατά την περίοδο 1971 με 2011 και εκτίμησαν ότι η χρηματοοικονομική ανάπτυξη συμβάλλει στη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους, παρατηρήθηκε μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 0.68% βραχυπρόθεσμα και κατά 0.57% μακροπρόθεσμα, από την αύξηση της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης κατά 1%. Επιπλέον, οι Adeel-Farooq et al. (2023), χρησιμοποίησαν FE, RE, NW, GLS estimators για να εξετάσουν την επίδραση της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης σε πέντε ASEAN χωρών κατά την περίοδο 2003 με 2016 και τα αποτελέσματά τους υποστήριξαν ότι συμβάλλει στην βελτίωση της περιβαλλοντικής τους απόδοσης.

Η τέταρτη ομάδα αναφέρεται στις ASEAN μελέτες που εξετάζουν την επίδραση του εμπορικού ανοίγματος στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Για παράδειγμα, οι Lau et al. (2014), χρησιμοποίησαν Bounds testing και Granger causality για να εξετάσουν την σχέση μεταξύ του εμπορικού ανοίγματος και της υποβάθμισης του περιβάλλοντος στη Μαλαισία, για την περίοδο 1970 με 2008. Σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους, συμπέραναν ότι το εμπορικό άνοιγμα σχετίζεται θετικά με τη ρύπανση του περιβάλλοντος και εντόπισαν την ύπαρξη μιας αμφίδρομης αιτιότητας μεταξύ του εμπορικού ανοίγματος και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Παρόμοια, οι Zakaria & Bibi (2019), επιβεβαίωσαν τη θετική επίδραση του

εμπορικού ανοίγματος στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε πέντε χώρες της Νότιας Ασίας για το χρονικό διάστημα 1984 με 2015. Ακόμα, οι Bhujabal et al. (2021), εφάρμοσαν PMG, FMOLS, DOLS και τον έλεγχο αιτιότητας Dumitrescu-Hurlin, και υποστήριξαν την αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από το εμπορικό άνοιγμα μακροπρόθεσμα, σε δεκαοκτώ χώρες του Ασιατικού Ειρηνικού την περίοδο 1990 με 2018. Σε παρόμοια έρευνα, οι Burki & Tahir (2022), χρησιμοποίησαν PLS, FE, GLS, 2SLS και τον έλεγχο Hausman και εκτίμησαν ότι η αύξηση του εμπορικού ανοίγματος κατά 1%, προκαλεί την αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 0.170%, σε οκτώ ASEAN χώρες κατά την περίοδο 2001 με 2020. Επιπλέον, εντόπισαν την ύπαρξη μιας αμφίδρομης αιτιότητας μεταξύ του εμπορικού ανοίγματος και της ρύπανσης του περιβάλλοντος και την ύπαρξη μιας μονοκατευθυντικής αιτιότητας μεταξύ του εισοδήματος και του ανοίγματος του εμπορίου. Αντίθετα, οι Zhu et al. (2016), εφάρμοσαν Panel quantile παλινδρόμηση και OLS στις ASEAN-5 χώρες κατά το χρονικό διάστημα 1981 με 2011 και εκτίμησαν ότι εμπορικό άνοιγμα, μπορεί να συμβάλει στην μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στις χώρες υψηλών και χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, όταν αυτό βρίσκεται σε ένα υψηλό επίπεδο. Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα των Koc & Bulus (2020), οι οποίοι χρησιμοποίησαν το ARDL bounds test και εντόπισαν ότι η αύξηση του εμπορικού ανοίγματος κατά 1%, μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 0.1% μακροπρόθεσμα στη Νότια Κορέα, για την περίοδο 1971 έως 2017.

Πίνακας 1

Σύνοψη βιβλιογραφικής ανασκόπησης της ΕΚC στις ASEAN χώρες.

Συγγραφείς	Περίοδο	Χώρα	Μεθοδολογία	Παράγοντες	EKC validation
Al-Mulali et al. (2015)	1981-2011	Vietnam	ARDL	GDP (+) ELR (-) ELF (+) IMP (+) EXP (-) CA LA (short-run : -, long-run: +)	NO
Lau et al. (2014)	1970-2008	Malaysia	Bounds testing, Granger causality	GDP (+) GDP2 (-) FDI (+) TO (+)	YES
Heidari et al. (2015)	1980-2008	ASEAN-5	PSTR	GDP EC (+)	YES
Tang & Tan (2015)	1976-2009	Vietnam	Johansen cointegration, Granger causality	GDP (+) GDP2 (-) EC (+) FDI (-)	YES
Zambrano-Monserrate et al. (2018)	1971-2011	Singapore	ARDL bounds approach, Granger causality test	GDP (+) GDP2 (-) EC (+) FD (-) TO (-) PD (+)	YES

Zhu et al. (2016)	1981-2011	ASEAN-5 countries	Panel quantile regression, OLS	GDP (- in high emis. countries and higher levels of econ. develop.) GDP2 (+) EC (+ strongest at high emis. countr.) FDI (- middle & high emis. countr.) TO (- in low or high) POP (+ low emis. countr., - high emis. countr.) INDUS (+ in high emis. countr.)	NO (as a whole)
Liu et al. (2017)	1970-2013	ASEAN-4 countries	OLS, FMOLS, DOLS, VECM, Granger causality test	GDP (-) GDP2 (+) REC (-) NREC (+) AGR (-)	NO
Nasir et al. (2019)	1982-2014	ASEAN-5 economies	DOLS, FMOLS, Westerlund cointegration	GDP (+) GDP2 (no signif.) FDI (no signif.) BCBD Listco_pc Int. Debt	YES (no statistically signif.)
Salman et al. (2019)	1990-2017	7 ASEAN countries	Cross-section dependence, unit root of panel data, Westerlund cointegration, STIRPAT model, quantile regression	IMP (mixed) EXP (+) POP (+) TI (-) EI (+)	YES

Zakaria & Bibi (2019)	1984-2015	5 South Asian countries	2SLS, GLS	GDP (+) GDP2 (-) EC (+) FD (+) FDI (-) TO (+) IQ (-)	YES
Koc & Bulus (2020)	1971-2017	Korea	ARDL bounds testing	GDP (+) GDP2 (-) GDP3 (+) EC (+) REC (-) TO (-)	NO (N-shaped yes)
Kongbuamai et al. (2020) On EF	1995-2016	8 ASEAN countries	Westerlund cointegration, Driscoll-Kraay panel regression, Dumitrescu-Hurlin panel causality	GDP (+) GDP2 (-) EC (+) TOUR (-) NA (-)	YES
Munir et al. (2020)	1980-2016	ASEAN-5 countries	CD, Pooled OLS, Westerlund cointegration, Panel Granger non-causality test	GDP (+) GDP2 (-)	YES
Anwar et al. (2021)	1990-2018	6 ASEAN economies	Pedroni and Westerlund cointegration, FMOLS, DOLS, FE-OLS, MMQR	GDP (+) GDP (-) REC (-) NREC (+)	YES
Bhujabal et al. (2021)	1990-2018	18 Asia Pacific countries	PMG, Dumitrescu-Hurlin Panel Causality, FMOLS, DOLS	GDP (+) FD (+) FDI (-) TO (+) POP (-) ICT (-) GCF (no signif.)	YES
Jiang et al. (2021)	1985-2018 (2014 for ELC)	China	ARDL, FMOLS, Zivot and Andrew tests	GDP (+) GDP2 (-) EC (+) AGR (-) EP (+)	YES

Wei & Lihua (2022)	1995-2018	6 ASEAN countries	Westerlund and Edgerton, Banerjee and Carrion-i-Silvestre cointegration, CS-ARDL, AMG, CCEMG	GDP (+) GDP2 (-) TOUR (-) EIN (-)	YES
Adeel-Farooq et al. (2023) (EPI index)	2003-2016	5 ASEAN countries	FE, RE, NW, GLS estimators	GDP (-) GDP2 (+) EC (-) FD (-) URB (-)	YES (EPI)
Ansari (2022) (CO2 vs EF)	1991-2016	7 ASEAN countries	PMG, FMOLS, Westerlund cointegration	GDP (-) GDP2 (+) REC (-) NREC (+)	NO (CO2) YES (EF)
Burki & Tahir (2022)	2001-2020	8 ASEAN countries	PLS, FE, GLS, 2SLS, Hausman test	GDP (+) GDP2 (-) GDP3 (+) EC (+) FD (+) TO (+)	YES (N-shaped also)
Pata et al. (2022)	1995-2018	6 ASEAN countries	ARDL-PMG, Dumitrescu-Hurlin panel causality	GDP REC (not signif. Long-term) FDI (+) TO (-) TOUR (+)	YES
Tebourbi et al. (2023)	1986-2017	5 ASEAN countries	MG, PMG, DFE, KAO, Pedroni, Westerlund cointegration, Granger causality, Dumitrescu-Hurlin approach	GDP (+) GDP2 (-) EC (+) FDI (-) URB (-) GOE (-)	YES

Κεφ.2 Δεδομένα και μεθοδολογική προσέγγιση

2.1. Δεδομένα

Σε αυτήν την έρευνα χρησιμοποιούνται ετήσια δεδομένα για επτά ASEAN χώρες (Καμπότζη, Ινδονησία, Μαλαισία, Φιλιππίνες, Σιγκαπούρη, Ταϊλάνδη, Βιετνάμ), που καλύπτουν την περίοδο από το 1996 μέχρι το 2018. Η οικονομική ανάπτυξη μετριέται σε σταθερά δολάρια ΗΠΑ του 2015. Η κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μετριέται σε ποσοστό της εκατό της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης. Οι τιμές του αργού πετρελαίου μετριοούνται σε δολάρια ΗΠΑ ανά βαρέλι του 2021. Η χρηματοοικονομική ανάπτυξη στηρίζεται στην εγχώρια πίστωση προς τον ιδιωτικό τομέα από τις τράπεζες (% του ΑΕΠ). Το εμπορικό άνοιγμα μετριέται σε ποσοστό της εκατό του ΑΕΠ. Η εξαρτημένη μεταβλητή σε αυτήν τη μελέτη είναι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως δείκτης της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και μετριοούνται σε κατά κεφαλήν μετρικούς τόνους. Τα δεδομένα για την οικονομική ανάπτυξη, την κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την χρηματοοικονομική ανάπτυξη και το εμπορικό άνοιγμα συλλέχθηκαν από τους δείκτες παγκόσμιας τράπεζας, ενώ τα δεδομένα για τις τιμές του αργού πετρελαίου συγκεντρώθηκαν από τη BP.

Πίνακας 2

Περιγραφή δεδομένων.

Μεταβλητές	Συντομογραφία	Περιγραφή και μέτρηση	Πηγή
Carbon dioxide emissions	CO2	Metric tons per capita	WDI
Real income	GDP	Constant 2015 USD	WDI
	GDPpc	Per capita constant 2015 USD	WDI
Renewable energy consumption	REC	% of total final energy consumption	WDI
Oil price	OILP	Oil crude prices \$ per barrel (\$ 2021)	BP
Financial development	FD	Domestic credit to private sector by banks (% of GDP)	WDI
Trade openness	TO	% of GDP	WDI

Πίνακας 3

Λίστα χωρών.

Όνομα χώρας	Όνομα χώρας
Cambodia	Singapore
Indonesia	Thailand
Malaysia	Viet Nam
Philippines	

2.2. Προδιαγραφή του ερευνητικού μοντέλου

Η παρούσα έρευνα στοχεύει στη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της υποβάθμισης του περιβάλλοντος, της οικονομική ανάπτυξη, της κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, των τιμών αργού πετρελαίου, της χρηματοοικονομική ανάπτυξη και του εμπορικού ανοίγματος, καθώς και στη διερεύνηση της εγκυρότητας της περιβαλλοντικής καμπύλης Kuznets ανεστραμμένου σχήματος U. Για τον προσδιορισμό της μακροχρόνιας σχέσης των παραπάνω οικονομικών μεταβλητών με τον περιβαλλοντικό δείκτη παρουσιάζεται η εξίσωση (1):

$$\ln\text{CO}_{2,it} = \beta_0 + \beta_1 \ln\text{GDPpcit} + \beta_2 \ln\text{GDPpc2it} + \beta_3 \ln\text{RECit} + \beta_4 \ln\text{OILPit} + \beta_5 \ln\text{FDit} + \beta_6 \ln\text{TOit} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Όπου το i αντιπροσωπεύει κάθε χώρα, το t τον χρόνο και το ε τον όρο σφάλματος. Το $\ln\text{CO}_{2,it}$ είναι ο φυσικός λογάριθμος των κατά κεφαλήν εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και απεικονίζει την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Το $\ln\text{GDPpcit}$ και το $\ln\text{GDPpc2it}$ εκφράζουν το φυσικό λογάριθμο του κατά κεφαλήν ΑΕΠ και τον τετραγωνικό όρο του κατά κεφαλήν ΑΕΠ. Ακόμα, το $\ln\text{RECit}$ είναι ο φυσικός λογάριθμος της κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως ποσοστό της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης και το $\ln\text{OILit}$ είναι ο φυσικός λογάριθμος των τιμών αργού πετρελαίου ανά βαρέλι. Επιπλέον, το $\ln\text{FDit}$ υποδηλώνει το φυσικό λογάριθμο της μεταβλητής χρηματοοικονομικής ανάπτυξης και το $\ln\text{TOit}$ το φυσικό λογάριθμο της μεταβλητής εμπορικού ανοίγματος. Η μορφή της περιβαλλοντικής καμπύλης Kuznets, καθορίζεται από τα πρόσημα του συντελεστή GDPpc και GDPpc^2 .

2.3. Μεθοδολογική προσέγγιση

Πριν την διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών, εξετάστηκε πρώτα η ύπαρξη διαστρωματική εξάρτησης στα δεδομένα. Τα τεστ που εφαρμόστηκαν είναι το CD (Pesaran, 2015), το CDw, το CDw+ και το CD* (Ditzen, 2021). Επίσης, εφαρμόστηκε το Slope Homogeneity τεστ που προτάθηκε από τους Blomquist & Westerlund (2013). Ύστερα, χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος cross-sectionally Augmented Dickey-Fuller (CADF) του Pesaran (2003), για τον προσδιορισμό της στασιμότητας των δεδομένων, καθώς λαμβάνει υπόψη το CD και το SH. Ακολούθησαν οι έλεγχοι συνολοκλήρωσης Pedroni (1999) και Westerlund (2005). Στη συνέχεια εφαρμόστηκαν οι παλινδρομήσεις Fixed-effects, Fixed-effects with Driscoll-Kraay standard errors (Driscoll & Kraay, 1998) και η Method of Moments Quantile παλινδρόμηση (MM-QR). Ακόμα, πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος αιτιότητας Dumitrescu & Hurlin (2012), για την διερεύνηση της αιτιώδους σχέσης μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών.

Κεφ.3 Εμπειρικά αποτελέσματα

3.1. Περιγραφική στατιστική

Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των μεταβλητών για τις επτά ASEAN χώρες κατά την περίοδο 1996 με 2018. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα, η μέση τιμή των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είναι 3.3, με ελάχιστη τιμή 0.1 και μέγιστη τιμή 10.5, εμφανίζοντας μια τιμή τυπικής απόκλισης ίση με 3. Η μεταβλητή των τιμών αργού πετρελαίου έχει επίσης θετική μέση τιμή 68.3, με ελάχιστη τιμή 20.2, μέγιστη τιμή 128 και τυπική απόκλιση ίση με 33.8. Παρόμοια, η χρηματοοικονομική ανάπτυξη έχει μέση τιμή 70.8, με ελάχιστη τιμή 4.7, μέγιστη τιμή 166.5 και με τυπική απόκλιση 42.1. Οι τιμές των υπόλοιπων μεταβλητών είναι επίσης θετικές και παρουσιάζονται στον πίνακα. Ακόμα, οι τιμές κύρτωσης (1.7 έως 6.4) και ασυμμετρίας (0.1 έως 2.2) των μεταβλητών κυμαίνονται εκτός του εύρους 0 έως 3, το οποίο υποδηλώνει τη μη κανονική κατανομή των δεδομένων.

Πίνακας 4

Περιγραφική στατιστική.

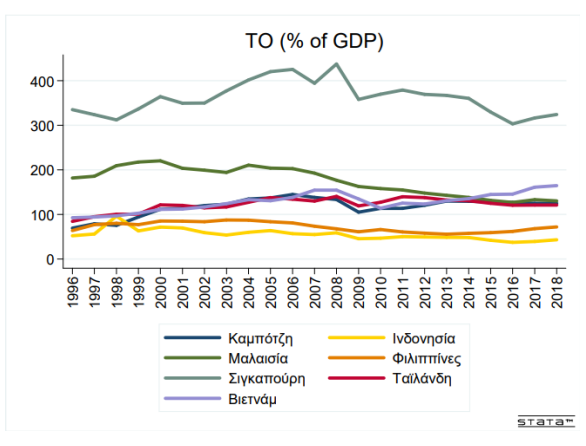
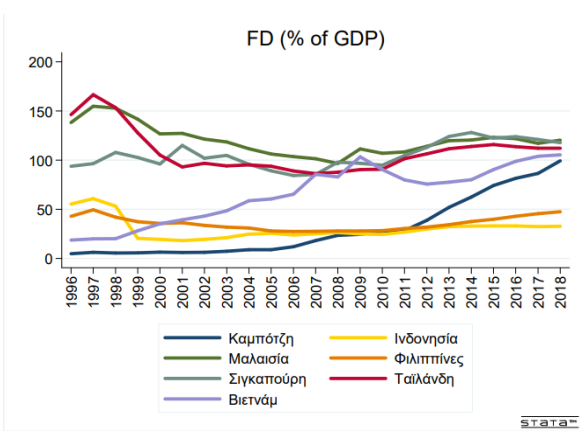
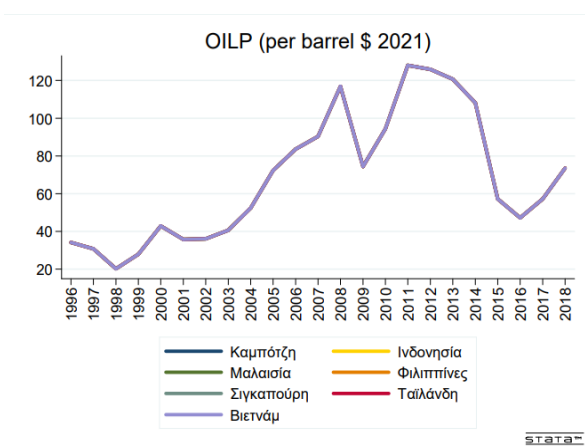
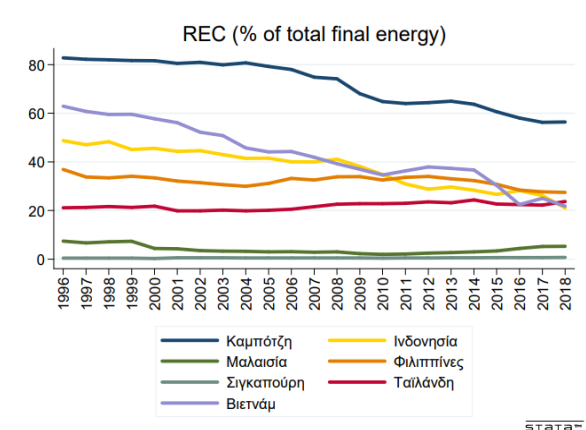
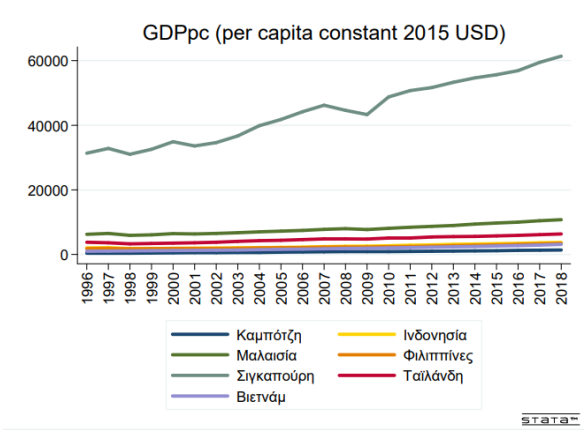
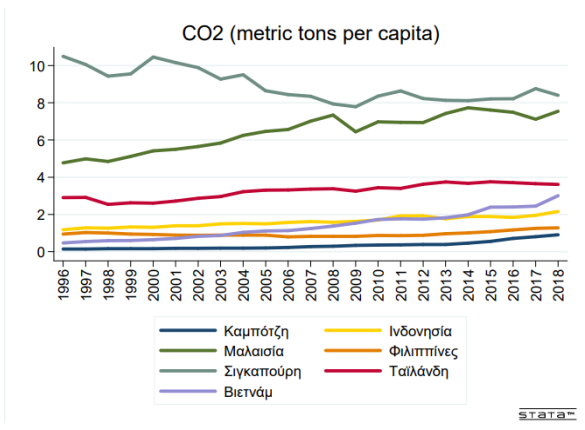
Variables	N	Mean	Std. Dev.	min	max	kurtosis	skewness
CO2pc	161	3.3	3	0.1	10.5	2.4	0.9
GDPpc	161	9192	15024	391.8	61373.6	6.4	2.2
REC	161	30.2	23.8	0.3	82.8	2.5	0.5
OILP	161	68.3	33.8	20.2	128	1.9	0.4
FD	161	70.8	42.1	4.7	166.5	1.7	0.1
TO	161	147.1	97.5	37.4	437.3	4.2	1.5

Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των μεταβλητών για κάθε χώρα, κατά την περίοδο 1996 με 2018. Σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα, η Σιγκαπούρη παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (8.9t), όπως και το υψηλότερο κατά κεφαλήν ΑΕΠ και εμπορικό άνοιγμα, κατά την περίοδο 1996 έως 2018. Ωστόσο, η Σιγκαπούρη αποτελεί τη μόνη από τις ASEAN χώρες, που σημείωσε μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα αυτήν την περίοδο, κατά 5.23t. Μεταξύ των επτά ASEAN χωρών, η Μαλαισία εμφανίζει την υψηλότερη χρηματοοικονομική ανάπτυξη και η Καμπότζη χρησιμοποιεί σε μεγαλύτερο βαθμό τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στην Καμπότζη παρατηρούνται επιπλέον οι χαμηλότερες τιμές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και κατά κεφαλήν ΑΕΠ. Από τις ASEAN χώρες, η Ινδονησία παρουσιάζει το χαμηλότερο εμπορικό άνοιγμα, ενώ η Σιγκαπούρη χρησιμοποιεί σε μικρότερο βαθμό τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Πίνακας 5

Περιγραφική στατιστική (κάθε χώρα).

Country	Variable	N	Mean	Std. Dev.	min	max
Cambodia	CO2pc	23	0.3	0.2	0.1	0.9
	GDPpc	23	803.2	308.1	391.8	1385
	REC	23	72.2	9.6	56.3	82.8
	OILP	23	68.3	34.4	20.2	128
	FD	23	30.2	30.3	4.7	99.4
	TO	23	117	20.3	69.2	144.6
Indonesia	CO2pc	23	1.6	0.3	1.2	2.2
	GDPpc	23	2532.4	624.4	1784.3	3741.3
	REC	23	37.6	8.3	21	48.8
	OILP	23	68.3	34.4	20.2	128
	FD	23	30.3	11.5	18.2	60.8
	TO	23	55	12.7	37.4	96.2
Malaysia	CO2pc	23	6.4	1	4.8	7.7
	GDPpc	23	7834.8	1474.1	5883.8	10777.7
	REC	23	4	1.7	2	7.5
	OILP	23	68.3	34.4	20.2	128
	FD	23	120.2	15.2	96.6	154.9
	TO	23	175	31.7	126.9	220.4
Philippines	CO2pc	23	1	0.1	0.8	1.3
	GDPpc	23	2331.6	517.9	1777	3439.1
	REC	23	32.2	2.3	27.5	36.9
	OILP	23	68.3	34.4	20.2	128
	FD	23	35.5	6.9	27.5	49.4
	TO	23	71.9	10.9	55.8	87.6
Singapore	CO2pc	23	8.9	0.9	7.8	10.5
	GDPpc	23	44349.5	9796.8	31043.7	61373.6
	REC	23	0.5	0.1	0.3	0.7
	OILP	23	68.3	34.4	20.2	128
	FD	23	105.1	13.2	84.3	128.1
	TO	23	361	36.9	303.3	437.3
Thailand	CO2pc	23	3.2	0.4	2.5	3.8
	GDPpc	23	4662.2	938.4	3283.5	6336.2
	REC	23	21.9	1.3	19.9	24.4
	OILP	23	68.3	34.4	20.2	128
	FD	23	108.8	21.7	86.2	166.5
	TO	23	121.6	14.7	84.3	140.4
Vietnam	CO2pc	23	1.4	0.7	0.5	3
	GDPpc	23	1830.1	638.3	975.1	3090.8
	REC	23	43.2	12.5	21.8	62.9
	OILP	23	68.3	34.4	20.2	128
	FD	23	65.7	28.9	18.7	105.3
	TO	23	127.9	20.8	92.7	164.7



Σχ. 2. Διαγράμματα μεταβλητών (CO2, GDPpc, REC, OILP, FD, TO) στις επτά ASEAN χώρες

3.2. Εκτίμηση των εμπειρικών μοντέλων

Στη συνέχεια, σύμφωνα με τα εμπειρικά αποτελέσματα των δοκιμών διαστρωματικής εξάρτησης όπως αυτά απεικονίζονται στον πίνακα 6, φαίνεται ότι στη δοκιμή CD-test η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται σε υψηλό βαθμό για τους περισσότερους συντελεστές, με εξαίρεση το συντελεστή lnREC. Ακόμα, στη δοκιμή CDw παρατηρείται ότι η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο (1%) για το συντελεστή lnCO₂pc και σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο (5%) το lnFD. Για την δοκιμή CDw+ η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται σε υψηλό βαθμό για όλους τους συντελεστές και στη δοκιμή CD*, η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο (1%) για το lnGDPpc και lnGDPpc2 και σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο (5%) για τους lnREC, lnFD, lnTO. Η απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης εκφράζει την απόρριψη της διαστρωματικής ανεξαρτησίας στα δεδομένα, το οποίο υποδηλώνει ότι τα πάνελ αλληλοεξαρτώνται και ότι ένα σοκ σε μια από αυτές τις χώρες μπορεί να επηρεάσει τις υπόλοιπες. Παρόμοια, στον πίνακα 7 τα εμπειρικά αποτελέσματα της δοκιμής slope homogeneity είναι σημαντικά σε υψηλό βαθμό, με αποτέλεσμα την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης και την αποδοχή της εναλλακτικής, σύμφωνα με την οποία οι slope συντελεστές είναι ετερογενείς.

Πίνακας 6

Έλεγχοι εξάρτησης μεταξύ των διαστρωματικών μονάδων.

Variables	CD-test	CDw	CDw+	CD*
lnCO ₂ pc	7.25***	-2.77***	68.96***	-0.71
lnGDPpc	21.50***	1.06	99.57***	-151.36***
lnGDPpc2	21.52***	1.05	99.69***	-109.08***
lnREC	0.45	-0.96	51.35***	2.45**
lnFD	5.37***	-1.98**	46.94***	-2.19**
lnOILP	21.98***	1.05	101.76***	.
lnTO	4.39***	1.60	47.79***	-2.49**
Slope homogeneity test			Δ	Δadj
statistic			5.217	7.378
p-value			0.000	0.000

***, ** και * δηλώνουν επίπεδα σημαντικότητας 1%, 5% και 10%, αντίστοιχα.

Με βάση τα αποτελέσματα αυτών των ελέγχων, εφαρμόζεται έλεγχος μοναδιαίας ρίζας δεύτερης γενιάς. Πιο συγκεκριμένα εφαρμόζεται το Cross-sectionally Augmented Dickey-Fuller (CADF) τεστ για τον έλεγχο της στασιμότητας, καθώς λαμβάνει υπόψη τη CD και την SH. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του τεστ τα οποία παρουσιάζονται στον πίνακα 7, όλες οι μεταβλητές παρουσιάζουν μοναδιαία ρίζα στα επίπεδά τους, ενώ είναι στάσιμες στις πρώτες διαφορές τους, με εξαίρεση τη μεταβλητή OILP η οποία δεν είναι στάσιμη.

Πίνακας 7

Αποτελέσματα ελέγχου μοναδιαίας ρίζας.

Variables	CADF	
	Level	First Difference
CO2pc	0.519	-3.971***
GDPpc	-1.219	-4.696***
GDPpc2	-0.565	-4.724***
REC	0.748	-2.356***
FD	0.725	-2.002**
OILP	11.408	11.920
TO	-0.061	-4.913***

***, ** και * δηλώνουν επίπεδα σημαντικότητας 1%, 5% και 10%, αντίστοιχα.

Ακολουθώντας τα αποτελέσματα των ελέγχων μοναδιαίας ρίζας, εφαρμόζονται οι έλεγχοι συνολοκλήρωσης που προτάθηκαν από τον Pedroni (1999) και τον Westerlund (2007). Στον πίνακα 8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ελέγχων σύμφωνα με τα οποία, η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται και για τους δύο ελέγχους και αποδέχεται η εναλλακτική υπόθεση, η οποία στον έλεγχο Pedroni υποδηλώνει την ύπαρξη συνολοκλήρωσης σε όλα τα πάνελ σε επίπεδο σημαντικότητας 1% και στον έλεγχο Westerlund, υποδηλώνει την ύπαρξη συνολοκλήρωσης σε κάποια πάνελ σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Πιο συγκεκριμένα, συμπεραίνεται ότι υπάρχει μια μακροχρόνια σχέση μεταξύ των GDPpc, REC, OILP, FD, TO και CO2pc.

Πίνακας 8

Αποτελέσματα ελέγχων συνολοκλήρωσης.

	Statistic	P-value
Pedroni test		
Modified Phillips-Perron t	2.4772	0.0066
Phillips-Perron t	-2.5988	0.0047
Augmented Dickey-Fuller t	-2.9803	0.0014
Westerlund test		
Variance ratio	-1.6462	0.0499

Στον πίνακα 9 παρουσιάζονται τα μοντέλα Fixed-effects (FE), Fixed-effects with Driscoll-Kraay standard errors (FE with D-K s.e.) και η Method of Moments Quantile Παλινδρόμηση (MM-QR), για την εκτίμηση των μακροχρόνιων συντελεστών. Όπως παρατηρείται στον πίνακα 9, η υπόθεση της περιβαλλοντικής καμπύλης Kuznet με τη μορφή ενός ανεστραμμένου U, επιβεβαιώνεται στις επτά ASEAN χώρες. Πιο συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι η οικονομική ανάπτυξη αυξάνει σημαντικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, ενώ ο τετραγωνικός της όρος μειώνει σημαντικά τις εκπομπές, επιβεβαιώνοντας την υπόθεση της περιβαλλοντικής καμπύλης Kuznets σε όλα τα μοντέλα. Το αποτέλεσμα αυτό είναι σύμφωνο με ένα σημαντικό αριθμό μελετών που εξετάζουν την υπόθεση EKC στις ASEAN χώρες, όπως των Munir et al. (2020) για τις ASEAN-5 χώρες, των Wei & Lihua (2022) και των Pata et al. (2022) για έξι ASEAN χώρες, των Salman et al. (2019) και των Anwar et al. (2021) για επτά ASEAN χώρες. Ακόμα, είναι αντίθετο με τα ευρήματα μελετών που δεν επιβεβαιώνουν την υπόθεση EKC για τις ASEAN χώρες όπως των Liu et al. (2017) για τις ASEAN-4 χώρες και των Ansari (2022) για επτά ASEAN χώρες.

Τα εμπειρικά αποτελέσματα για την κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας υποδεικνύουν μια σημαντική και αρνητική επίδραση της μεταβλητής στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, κατά 0.353% στα μοντέλα FE και FE with D-K s.e. και από 0.359% έως 0.346%, από τα χαμηλότερα στα υψηλότερα quantiles. Αυτό το αποτέλεσμα επιβεβαιώνεται από τα ευρήματα των Anwar et al. (2021), για έξι ASEAN χώρες και των Koc & Bulus (2020), στην περίπτωση της Κορέας, οι οποίοι υποστήριξαν ότι η κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συμβάλει στην μείωση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Ωστόσο, το αποτέλεσμα αυτό δεν υποστηρίζεται από τους Al-Mulali et al. (2015), στην περίπτωση του Βιετνάμ και από τους Ansari (2022), για επτά ASEAN χώρες, καθώς εκτίμησαν ότι η κατανάλωση

ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν επηρεάζει σημαντικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μακροπρόθεσμα.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα των τιμών αργού πετρελαίου είναι σημαντικά και σχετίζονται αρνητικά με τη ρύπανση του περιβάλλοντος σε όλα τα μοντέλα. Πιο συγκεκριμένα, εκτιμάται ότι μια αύξηση των τιμών αργού πετρελαίου κατά 1%, οδηγεί στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 0.075% στα μοντέλα FE και FE with D-K s.e. και κατά 0.062%, 0.073%, 0.089% στα Q0.25, Q0.50, Q0.75 αντίστοιχα, υποδεικνύοντας ότι η επίδραση της μεταβλητής γίνεται υψηλότερη στα υψηλότερα quantiles.

Η χρηματοοικονομική ανάπτυξη παρουσιάζει σημαντική και θετική επίδραση στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, σε όλα τα μοντέλα. Πιο αναλυτικά, για κάθε αύξηση της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης κατά 1% στα μοντέλα FE και FE with D-K s.e, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αυξάνονται κατά 0.147%. και για κάθε αύξηση κατά 1% στα Q0.25, Q0.5p, Q0.75, αυξάνονται κατά 0.124%, 0.142%, 0.168% αντίστοιχα, υποδεικνύοντας ότι η επίδραση της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης γίνεται υψηλότερη στα υψηλότερα quantiles. Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνεται από τα ευρήματα των Zakaria & Bibi (2019), για πέντε χώρες της Νότιας Ασίας, των Bhujabal et al. (2021), για δεκαοχτώ χώρες του Ασιατικού Ειρηνικού και των Burki & Tahir (2022), για οκτώ ASEAN χώρες, τα οποία υποστηρίζουν τη θετική επίδραση της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Παρόμοια το εμπορικό άνοιγμα επηρεάζει σημαντικά και θετικά τις εκπομπές διοξειδίου στα μοντέλα FE και FE with D-K s.e. και στα Q0.25, Q0.50, ενώ δεν επηρεάζει σημαντικά τις εκπομπές στο Q0.75. Το αποτέλεσμα της θετικής επίδρασης του εμπορικού ανοίγματος στη ρύπανση του περιβάλλοντος, είναι σύμφωνο με τα ευρήματα των Lau et al. (2014), για τη Μαλαισία, των Zakaria & Bibi, για πέντε χώρες της Νότιας Ασίας, των Bhujabal et al. (2021), για δεκαοχτώ χώρες του Ασιατικού Ειρηνικού και των Burki & Tahir (2022), για οκτώ ASEAN χώρες. Ωστόσο, δεν υποστηρίζεται από τα ευρήματα των Zambrano-Monserrate et al. (2018) και των Koc & Bulus (2020), στην περίπτωση της Σιγκαπούρης και της Κορέας αντίστοιχα.

Πίνακας 9

Αποτελέσματα παλινδρομήσεων.

Variables	FE	FE with D-K s.e.	Quantiles		
			0.25	0.50	0.75
lnGDPpc	2.347*** (0.314)	2.347*** (0.297)	2.400*** (0.416)	2.355*** (0.327)	2.292*** (0.508)
lnGDPpc2	-0.103*** (0.017)	-0.103*** (0.016)	-0.105*** (0.022)	-0.103*** (0.018)	-0.100*** (0.028)
lnREC	-0.353*** (0.045)	-0.353*** (0.063)	-0.359*** (0.054)	-0.354*** (0.042)	-0.346*** (0.066)
lnOILP	-0.075*** (0.023)	-0.075*** (0.012)	-0.062** (0.028)	-0.073*** (0.022)	-0.089** (0.035)
lnFD	0.146*** (0.032)	0.146*** (0.040)	0.124*** (0.047)	0.142*** (0.037)	0.168*** (0.058)
lnTO	0.128** (0.055)	0.128** (0.050)	0.199*** (0.073)	0.139** (0.059)	0.057 (0.090)

***, ** και * δηλώνουν επίπεδα σημαντικότητας 1%, 5% και 10%, αντίστοιχα.

Τελικά, εφαρμόζεται το Dumitrescu & Hurlin τεστ αιτιότητας, για τη διερεύνηση της αιτιώδους σχέσης μεταξύ των μεταβλητών που εξετάζονται σε αυτήν την έρευνα. Όπως παρατηρείται στον πίνακα 10, βρέθηκε η ύπαρξη μιας αμφίδρομης αιτιότητας μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης (GDPpc) και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και μεταξύ του εμπορικού ανοίγματος (TO) και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Τα αποτελέσματα είναι σύμφωνα με αυτά των Bhujabal et al. (2021), για δεκαοκτώ χώρες του Ασιατικού Ειρηνικού και των Pata et al. (2022), για έξι ASEAN χώρες. Ακόμα, βρέθηκε μια μονοκατευθυντική αιτιότητα μεταξύ της χρηματοοικονομική ανάπτυξης (FD) και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, των τιμών αργού πετρελαίου (OILP) και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και μεταξύ των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (REC). Το αποτέλεσμα της μονοκατευθυντικής αιτιότητας μεταξύ της χρηματοοικονομική ανάπτυξης και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα επιβεβαιώνεται από τα ευρήματα των Burki & Tahir (2022), για οκτώ ASEAN χώρες. Επιπλέον, δεν εντοπίστηκε μονοκατευθυντική αιτιότητα μεταξύ της κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και μεταξύ των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με την χρηματοοικονομική ανάπτυξη και τις τιμές αργού πετρελαίου. Το αποτέλεσμα της έλλειψη αιτιότητας μεταξύ της

κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με τις εκπομπές CO₂ είναι σύμφωνα με τα ευρήματα των Pata et al. (2022), για έξι ASEAN χώρες, ενώ η έλλειψη αιτιότητας μεταξύ της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης με τις εκπομπές CO₂ επιβεβαιώνεται από τα ευρήματα των Burki & Tahir (2022), για οκτώ ASEAN χώρες.

Πίνακας 10

Αποτελέσματα ελέγχου αιτιότητας Dumitrescu & Hurlin.

No	H ₀	W-Stat	Zbar-Stat	Probability	Causality
1	GDP _{pc} ≠CO ₂	3.9624	5.5421	0.000***	GDP _{pc} →CO ₂
2	CO ₂ ≠GDP _{pc}	2.1762	2.2004	0.0278**	CO ₂ →GDP _{pc}
3	REC≠CO ₂	0.8104	-0.3547	0.7228	None
4	CO ₂ ≠REC	3.5559	4.7817	0.000***	CO ₂ →REC
5	FD≠CO ₂	2.5126	2.8299	0.0047***	FD→CO ₂
6	CO ₂ ≠FD	1.6174	1.1551	0.2480	None
7	TO≠CO ₂	5.1754	7.8114	0.000***	TO→CO ₂
8	CO ₂ ≠TO	4.9005	7.2972	0.000***	CO ₂ →TO
9	OILP≠CO ₂	2.3951	2.6099	0.0091***	OILP→CO ₂
10	CO ₂ ≠OILP	0.6113	-0.7273	0.4671	None

***, ** και * δηλώνουν επίπεδα σημαντικότητας 1%, 5% και 10%, αντίστοιχα

Κεφ.4 Συμπεράσματα

Αυτή η μελέτη διερεύνησε την σχέση μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης, της κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, των τιμών βαρελιού αργού πετρελαίου, της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης, του εμπορικού ανοίγματος και της περιβαλλοντικής υποβάθμισης σε επτά ASEAN χώρες, χρησιμοποιώντας δεδομένα από το 1996 έως το 2018. Για την εξέταση αυτής της σχέσης εφαρμόστηκαν διάφορες οικονομετρικές τεχνικές πάνελ, όπως οι μέθοδοι συνολοκλήρωσης Pedroni (1999) και Westerlund (2007), οι τεχνικές παλινδρόμησης FE, FE with D-K s.e., MMQR, και το τεστ αιτιότητας Dumitrescu & Hurlin.

Τα αποτελέσματα έδειξαν την ύπαρξη μακροχρόνιας σχέσης μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η οικονομική ανάπτυξη βρέθηκε ότι αυξάνει σημαντικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, ενώ ο τετραγωνικό της όρος μειώνει σημαντικά τις εκπομπές, επιβεβαιώνοντας την

υπόθεση της περιβαλλοντικής καμπύλης Kuznets για τις επτά ASEAN χώρες. Η κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως και οι τιμές βαρελιού αργού πετρελαίου, παρατηρήθηκε ότι επηρεάζουν αρνητικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Αντίθετα, η χρηματοοικονομική ανάπτυξη και το εμπορικό άνοιγμα συμβάλλουν στην αύξηση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, αυξάνοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Ωστόσο, το εμπορικό άνοιγμα δεν επηρεάζει σημαντικά τη ρύπανση του περιβάλλοντος στις χώρες που παρουσιάζουν υψηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, τα αποτελέσματα των τεστ αιτιότητας έδειξαν την ύπαρξη μιας αμφίδρομης αιτιότητας μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και του εμπορικού ανοίγματος με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, ενώ έδειξαν την ύπαρξη μιας μονοκατευθυντικής αιτιότητας μεταξύ της χρηματοοικονομικής ανάπτυξης και των τιμών βαρελιού πετρελαίου με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και μεταξύ του διοξειδίου του άνθρακα με την κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς. Λόγω της διαθεσιμότητας των δεδομένων, εστιάζεται σε επτά ASEAN χώρες και διερευνάται έως το 2018. Επομένως, οι μελλοντικές έρευνες μπορούν να εξετάσουν περισσότερες ASEAN χώρες και να διερευνήσουν την επίδραση των μεταβλητών για κάθε χώρα, επεκτείνοντας την χρονική περίοδο. Ακόμα, η χρήση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ως δείκτη περιβαλλοντικής υποβάθμισης, περιορίζει την εξέταση των επιπτώσεων στη ρύπανση του εδάφους και των υδάτων. Συνεπώς, μπορούν να χρησιμοποιηθούν περιβαλλοντικοί συντελεστές όπως το LCF και το EF για την πιο ισχυρή αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Βιβλιογραφία

- Asia in the Global Transition to Net Zero: Asian Development Outlook 2023 Thematic Report*. (2023). <https://doi.org/10.22617/FLS230135-2>
- Adeel-Farooq, R. M., Raji, J. O., & Qamri, G. M. (2023). Does financial development influence the overall natural environment? An environmental performance index (EPI) based insight from the ASEAN countries. *Environment, Development and Sustainability*, 25(6), 5123–5139. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02258-x>
- Al-Mulali, U., Saboori, B., & Ozturk, I. (2015). Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis in Vietnam. *Energy Policy*, 76, 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.11.019>
- Ansari, M. A. (2022). Re-visiting the Environmental Kuznets curve for ASEAN: A comparison between ecological footprint and carbon dioxide emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 168, 112867. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112867>
- Anwar, A., Siddique, M., Eyup Dogan, & Sharif, A. (2021). The moderating role of renewable and non-renewable energy in environment-income nexus for ASEAN countries: Evidence from Method of Moments Quantile Regression. *Renewable Energy*, 164, 956–967. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.09.128>
- Bhujabal, P., Sethi, N., & Padhan, P. C. (2021). ICT, foreign direct investment and environmental pollution in major Asia Pacific countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(31), 42649–42669. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13619-w>
- Blomquist, J., & Westerlund, J. (2013). Testing slope homogeneity in large panels with serial correlation. *Economics Letters*, 121(3), 374–378. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2013.09.012>
- BP. (2022). BP Statistical Review of World Energy, June 2022. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- Burki, U., & Tahir, M. (2022). Determinants of environmental degradation: Evidenced-based insights from ASEAN economies. *Journal of Environmental Management*, 306, 114506. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114506>

- Ditzen, J. (2021). Estimating long-run effects and the exponent of cross-sectional dependence: An update to `xtdcce2`. *The Stata Journal: Promoting Communications on Statistics and Stata*, 21(3), 687–707.
<https://doi.org/10.1177/1536867X211045560>
- Driscoll, J. C., & Kraay, A. C. (1998). Consistent Covariance Matrix Estimation with Spatially Dependent Panel Data. *Review of Economics and Statistics*, 80(4), 549–560. <https://doi.org/10.1162/003465398557825>
- Dumitrescu, E.-I., & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450–1460.
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.02.014>
- Fakher, H. A., Ahmed, Z., Acheampong, A. O., & Nathaniel, S. P. (2023). Renewable energy, nonrenewable energy, and environmental quality nexus: An investigation of the N-shaped Environmental Kuznets Curve based on six environmental indicators. *Energy*, 263, 125660.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125660>
- Farooq, U., Gillani, S., Subhani, B. H., & Shafiq, M. N. (2022). Economic policy uncertainty and environmental degradation: the moderating role of political stability. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(7), 18785–18797.
<https://doi.org/10.1007/s11356-022-23479-7>
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic Growth and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353–377.
<https://doi.org/10.2307/2118443>
- Grossman, G., & Krueger, A. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. <https://doi.org/10.3386/w3914>
- Heidari, H., Turan Katircioğlu, S., & Saeidpour, L. (2015). Economic growth, CO2 emissions, and energy consumption in the five ASEAN countries. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 64, 785–791.
<https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2014.07.081>
- Jiang, Q., Khattak, S. I., & Rahman, Z. U. (2021). Measuring the simultaneous effects of electricity consumption and production on carbon dioxide emissions (CO₂e) in China: New evidence from an EKC-based assessment. *Energy*, 229, 120616. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120616>
- Koc, S., & Bulus, G. C. (2020). Testing validity of the EKC hypothesis in South Korea: role of renewable energy and trade openness. *Environmental Science*

- and Pollution Research*, 27(23), 29043–29054.
<https://doi.org/10.1007/s11356-020-09172-7>
- Kongbuamai, N., Bui, Q., Yousaf, H. M. A. U., & Liu, Y. (2020). The impact of tourism and natural resources on the ecological footprint: a case study of ASEAN countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(16), 19251–19264. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08582-x>
- Lau, L. S., Choong, C. K., & Eng, Y. K. (2014). Investigation of the environmental Kuznets curve for carbon emissions in Malaysia: DO foreign direct investment and trade matter? *Energy Policy*, 68, 490–497.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.002>
- Liu, X., Zhang, S., & Bae, J. (2017). The impact of renewable energy and agriculture on carbon dioxide emissions: Investigating the environmental Kuznets curve in four selected ASEAN countries. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1239–1247. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.086>
- Munir, Q., Lean, H. H., & Smyth, R. (2020). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in the ASEAN-5 countries: A cross-sectional dependence approach. *Energy Economics*, 85, 104571.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104571>
- Nasir, M. A., Duc Huynh, T. L., & Xuan Tram, H. T. (2019). Role of financial development, economic growth & foreign direct investment in driving climate change: A case of emerging ASEAN. *Journal of Environmental Management*, 242, 131–141. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.112>
- Nathaniel, S., & Khan, S. A. R. (2020). The nexus between urbanization, renewable energy, trade, and ecological footprint in ASEAN countries. *Journal of Cleaner Production*, 272, 122709.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122709>
- Panayotou, T. (1993). Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. International Labour Office.
- Pata, U. K., Dam, M. M., & Kaya, F. (2022). How effective are renewable energy, tourism, trade openness, and foreign direct investment on CO2 emissions? An EKC analysis for ASEAN countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(6), 14821–14837. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23160-z>

- Pedroni, P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(s1), 653–670. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1653>
- Pesaran, M. H. (2003). A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross Section Dependence. Cambridge Working Papers in Economics 0346. Faculty of Economics (DAE). University of Cambridge.
- Pesaran, M. H., & Smith, R. (1995). Estimating long-run relationships from dynamic heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 68(1), 79–113. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01644-F](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01644-F)
- Pesaran, M. H. (2015). Testing Weak Cross-Sectional Dependence in Large Panels. *Econometric Reviews*, 34(6–10), 1089–1117. <https://doi.org/10.1080/07474938.2014.956623>
- Salman, M., Long, X., Dauda, L., Mensah, C. N., & Muhammad, S. (2019). Different impacts of export and import on carbon emissions across 7 ASEAN countries: A panel quantile regression approach. *Science of the Total Environment*, 686, 1019–1029. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.019>
- Tang, C. F., & Tan, B. W. (2015). The impact of energy consumption, income and foreign direct investment on carbon dioxide emissions in Vietnam. *Energy*, 79(C), 447–454. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.11.033>
- Tebourbi, I., Nguyen, A. T. T., Yuan, S.-F., & Huang, C.-Y. (2023). How do social and economic factors affect carbon emissions? New evidence from five ASEAN developing countries. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 36(1). <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2120038>
- Wei, Z., & Lihua, H. (2022). Effects of tourism and eco-innovation on environmental quality in selected ASEAN countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(15), 42889–42903. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17541-z>
- Westerlund, J. (2005). New Simple Tests for Panel Cointegration. *Econometric Reviews*, 24(3), 297–316. <https://doi.org/10.1080/07474930500243019>
- World Bank (2023). World development indicators database, Washington, D.C. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Zakaria, M., & Bibi, S. (2019). Financial development and environment in South Asia: the role of institutional quality. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(8), 7926–7937. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04284-1>

Zambrano-Monserrate, M. A., Carvajal-Lara, C., & Urgiles-Sanchez, R. (2018). Is there an inverted *U*-shaped curve? Empirical analysis of the Environmental Kuznets Curve in Singapore. *Asia-Pacific Journal of Accounting & Economics*, 25(1–2), 145–162.

<https://doi.org/10.1080/16081625.2016.1245625>

Zhu, H., Duan, L., Guo, Y., & Yu, K. (2016). The effects of FDI, economic growth and energy consumption on carbon emissions in ASEAN-5: Evidence from panel quantile regression. *Economic Modelling*, 58, 237–248.

<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.05.003>